International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)
Peer-Reviewed Journal
ISSN: 2349-6495(P) | 2456-1908(O)
Vol-9, Issue-11; Nov, 2022
Journal Home Page Available: https://ijaers.com/
Article DOI: https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.911.21

Physical-Equation Search: proposal of an educational writing game as a tool to support the study of Kinematics

Caça-Equação-Física: proposta de um jogo educacional de escrita como ferramenta de apoio ao estudo da Cinemática

Maria Amélia Rebouças de Matos[1], Nayra Maria da Costa Lima[2], Luciana Angélica da Silva Nunes[3], Lázaro Luis de Lima Sousa[4]

[1]Grupo MATIEF, Professora da Escola Municipal Juarez Santiago de Lima, Rio Grande do Norte, BR
[2]Grupo MATIEF, Supervisora pedagógica do Serviço Social da Indústria (SESI), Rio Grande do Norte, BR
[3,4]Grupo MATIEF, Departamento de Ciências Exatas, Matemática e Estatística, UFERSA, Rio Grande do Norte, BR

Received: 17 Oct 2022,

Received in revised form: 03 Nov 2022,

Accepted: 09 Nov 2022,

Available online: 16 Nov 2022

***Keywords*— Educational Games, Equation, Physical-Equation Search**

***Palavras-chave* – Jogos Educacionais, Equação, Caça-Equação-Física**

***Abstract*— *Teaching and the way of teaching undergo constant changes. Educational games can be great allies in the teaching-learning process, but each one of them has a specific application, which is an important factor in choosing a material for use in the classroom. In Science and Physics teaching, one of the great difficulties encountered by Elementary and High School students comes from the use of equations, and there are few educational games in these directions. In this work, an educational game called Physical-Equation Search is proposed, which is based on the word search. Its purpose is the formation of equations about certain content. It is formed by a table with quantities and mathematical symbols, with sequences that can be given horizontally, vertically or transversally, being simple to make and with easy to understand rules, and can even be reused in various contents. The Physical-Equation Search is a tool to help develop memory and critical thinking about equations, in addition to creating situations that deviate from the traditional method when using play as a didactic device.*

***Resumo* - *O ensino e a forma de ensinar sofrem constantes modificações. Os jogos educacionais podem ser grandes aliados no processo de ensino-aprendizagem, porém cada um deles possui uma especificidade de aplicação, que é um fator importante na escolha de um material para uso em sala de aula. No ensino de Ciências e Física, uma das grandes dificuldades encontradas pelos discentes do Ensino Fundamental e Médio advém do uso de equações, e existem poucos jogos educacionais nestes direcionamentos. Neste trabalho, é proposto um jogo educacional chamado de Caça-Equação-Física que é baseado no caça-palavras. Sua finalidade é a formação de equações sobre determinado conteúdo. Ele é formado por um quadro com grandezas e símbolos matemáticos, com sequências que podem ser dadas na horizontal, vertical ou transversal, sendo de simples confecção e com regras de fácil compreensão, podendo, inclusive, ser reutilizado em vários conteúdos. O Caça-Equação-Física é*

uma ferramenta no auxílio do desenvolvimento da memória e do pensamento crítico sobre as equações, além de criar situações que fogem do método tradicional ao usar o lúdico como artifício didático.

I. INTRODUCTION

A Cinemática é um dos conteúdos iniciais da Mecânica Clássica. Ela carrega a responsabilidade de apresentar a Física como ciência descritiva da natureza usando equações, leis e princípios e pode ser facilmente aplicada ao cotidiano dos discentes. Ela é apresentada como objeto de sugestão no desenvolvimento de habilidades das competências específicas da matemática e suas tecnologias para o Ensino Médio, como indica a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio (BRASIL, 2018, p. 543). Das muitas ações desenvolvidas no estudo da Cinemática, como exemplos, destacam-se o uso de laboratórios virtuais (SISMANOGLU *et al.*, 2021), uso de revistas em quadrinhos (CAVALCANTE, NOVAIS, FERREIRA, 2019), experimentações (PEREIRA, PINHEIRO, 2020) e o estudo de práticas esportivas (PEREIRA, FANTECELE, 2019). Por outro lado, a mais recorrente entre elas é a resolução de problemas diversos.

Muitas dificuldades podem ser percebidas e diagnosticadas pelo professor numa atividade-problema que requer conhecimento científico, matemático e crítico por parte do discente ao propor sua solução (PEDUZZI, 1997). Uma delas está relacionada ao uso correto das equações envolvidas e ao reconhecimento das grandezas físicas. Pacheco e Andreis (2018), através de um estudo sobre as dificuldades de aprendizagem em Matemática, com alunos do 3º ano do Ensino Médio, apontou que, em 14 possibilidades de disciplinas consideradas difíceis, 19,3% dos alunos entrevistados escolheram a Física como a componente curricular que se tem mais dificuldade.

É claro que o aprendizado não deve ser erguido somente pelo uso de equações e sua aplicação direta sem o caráter contextualizado mas, de certo modo, ele poderá ser alcançado mais facilmente se a desmistificação do uso das equações for um hábito recorrente e, de forma integradora, com uma metodologia que possa desviar do método tradicional da resolução de problemas.

Como defendido por Moreira (2021), o ensino engessado, as novas demandas de ensino e a sociedade cada vez mais crítica deram o combustível para as novas estratégias docentes dentro e fora da sala de aula que, por outro lado, são considerados desafios diante da busca por um aprendizado significativo. Nos últimos anos, sendo o aprendizado como o resultado da interação entre indivíduos e o meio que o cerca (SCHROEDER, 2007), as metodologias ativas que utilizam de aspectos lúdicos têm ganhado espaço dentro das atividades docentes desde o ensino básico ao superior. Elas incentivam a participação e colaboração dos discentes na realização das ações, contribuindo diretamente ao processo de ensino-aprendizagem.

Não é recente que os jogos educacionais podem modificar a realidade do aluno e do professor dentro e fora da sala de aula (FERREIRA, CARVALHO, 2004). Os jogos reais abrangem maiores públicos e ambientes, sendo mais adaptáveis à realidade presente, diferentemente dos jogos virtuais que, apesar do apelo tecnológico, necessitam de maior estrutura, como por exemplo, o uso do computador ou de aparelhos eletrônicos conectados à internet.

Por isso, os jogos de tabuleiro, de cartas, dentre outros podem ser adaptados, reutilizados e transformados para compor processos pedagógicos de aprendizado, principalmente em problemas evidenciados pelo professor em conteúdos pontuais, com dificuldades inerentes ao grau de exigência para o avanço educacional, ou seja, em situações que a solidez das informações é importante no estudo de novos conteúdos. É o caso do caça-palavras, que já foi utilizado como ferramenta apoiadora no ensino (CAVALCANTE, DA SILVA, DA SILVA, 2014).

Nesta perspectiva, este trabalho propõe o uso de um jogo educacional neste estilo, porém, pautado na formação sequenciada de equações comuns à Cinemática, no lugar da formação das palavras. Ele pode ser aplicado aos discentes do Ensino Fundamental, Médio e Superior, como objeto auxiliador na memorização, entendimento e na formalização de equações dentro de um ambiente próprio e lúdico e, deste modo, apontar situações sejam físicas ou matemáticas em que os discentes não conseguem estender a compreensão à cerca das equações. A partir destas constatações propor soluções aos pontos identificados, melhorando o desenvolvimento discente.

II. A CINEMÁTICA MERECE ATENÇÃO

A Física segue uma formação continuada em seus conteúdos, respeitando o grau de aprendizagem pontual ao qual o indivíduo está sendo submetido. Então, a Cinemática é considerado a porta de abertura e compreende ao estudo mais simples do movimento de um corpo. Com ela, não há preocupação sobre a existência de forças resistivas, geralmente desprezadas, ou com a forma do corpo e nem com as causas que geraram o movimento.

Ela se concentra nos conceitos de espaço, tempo e as derivações como velocidade e aceleração.

Nos anos finais do Ensino Fundamental, este conteúdo é abordado mais simplificadamente enquanto a disciplina é chamada de Ciências que, por muitas vezes, é ministrada por um professor de outras áreas, sem formação especializada e – não de forma generalizada – com um ensino conceitualmente equivocado e com enfoque na mecanização. Essa forma de ensino, incrivelmente, ainda pode seguir até o Ensino Superior que, em teoria, tem professores formados e especializados na área de Física (MOREIRA, 2018).

A mecanização no ensino da Física não deve ser entendida somente pelo uso exclusivo das equações, mas também pelo direcionamento repetitivo de questionamentos prontos e problemas não contextualizados. É uma forma rudimentar do ensino baseado na repetência de ações exclusivamente matematizadas, porém, o aprendizado vai além, e os prejuízos destas ações são sentidos dentro da visão do aluno sobre a Física – possivelmente daí a fama de disciplina difícil – e de sua relação com o aprendizado científico ao qual será submetido gradativamente.

No desenvolvimento acadêmico é importante dar crédito à base de um conhecimento. Ele se torna o alicerce para situações mais complexas e desafiadoras que virão em estudos posteriores. E por isso, a Mecânica Clássica deve ser bem consolidada nos aspectos contextual e de aplicação, pois dentro do estudo dos campos conceituais de Vergnaud (NICOLETE *et al.*, 2021), estes conceitos não são aprendidos imediatamente nem isoladamente de outros campos da Física. E as equações são parte deste processo e uma das grandes dificuldades encontradas pelos discentes.

Hilário *et al.* (2021) e Estevão (2021) discorrem sobre alguns problemas enfrentados por estudantes sobre o pensamento algébrico no uso de equações de 1º e 2º grau que, como apontado por Castro *et al.* (2020), ao tratar dos desafios pelos professores de Ciências e Matemática no novo Ensino Médio, é importante ter um planejamento que desenvolva tais habilidades pela relação entre as diferentes áreas de conhecimento. As equações trabalhadas no Ensino Médio para o movimento retilíneo são conhecidas e estão descritas na Tabela 1, sendo elas compostas por equações de 1º e 2º grau para o movimento retilíneo uniforme (MRU) e o movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). Elas podem ser aplicadas ao movimento horizontal ou vertical, admitindo que a aceleração assuma o valor da aceleração da gravidade (g), e com as correções de sinal pelo sentido vetorial.

Tabela 1 – Equações da Cinemática para o movimento retilíneo.

	Equação	**Descrição suscinta**
(1)	$\Delta S = S_f - S_0$	Espaço percorrido
(2)	$\Delta t = t_f - t_0$	Tempo gasto
(3)	$v_m = \Delta S \div \Delta t$	Velocidade média
(4)	$\Delta v = v_f - v_0$	Variação de velocidade
(5)	$a_m = \Delta v \div \Delta t$	Aceleração média
(6)	$S_f = S_0 + vt$	Equação horária do espaço no MRU
(7)	$v_f = v_0 + at$	Equação horária da velocidade no MRUV
(8)	$S_f = S_0 + v_0 t + (1/2)at^2$	Equação horária do espaço no MRUV
(9)	$v_f^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$	Equação de Torricelli

Quando se trata das equações da Tabela 1, seu usuário deve estar ciente sobre a grafia correta de suas parcelas dentro do uso contextualizado, suas unidades e correlações. Este é um processo de aprendizado lento, difícil e, às vezes, inexistente aos discentes que iniciam o contato com a Física e, como solução, novas estratégias de ensino têm sido utilizadas na tentativa de minimização destas dificuldades. Uma delas são os jogos educativos.

III. JOGOS EDUCACIONAIS

Os jogos são constituídos por regras e objetivos dentro de ambiente próprio. Eles são capazes de modificar a

percepção da realidade de aspectos abordados em sua essência, trazendo ao jogador, que se habilita voluntariamente a ação, uma espécie de prazer (HUIZINGA, 2019). Os jogos educacionais (RABONE JUNIOR, 2020) estão diretamente ligados à forma de ensino e aprendizagem usando o lúdico, que é a principal diferença de um jogo qualquer, que tem o objetivo exclusivo de divertimento, competição e entretenimento. Ter esta noção bem explícita é a grande dificuldade do professor, principalmente para àqueles das áreas de Ciências Exatas.

Diferentemente dos virtuais, os jogos educacionais reais usam de meios físicos para o desenvolvimento de suas práticas, como exemplos: tabuleiros, impressões e objetos. É uma das saídas existentes principalmente em escolas que não tem disponibilidade de equipamentos eletrônicos como um forte aliado na mudança metodológica em uma aprendizagem ativa, podendo ocorrer dentro e fora da sala de aula.

Seu uso no ensino de Física ainda é modesto. Dentre os fatores que contribuem para essa situação, podem ser citados dois: a *quantidade de jogos* dentro de metodologias educativas na área e a própria *resistência docente* com a proposição da ação. Esta última pode ser consequência de um conceito enraizado de que a educação é centrada na prática docente tradicional, no preconceito que impede a vinculação do divertimento com a aprendizagem, o prazer de aprender e na liberdade de poder fazê-lo fora das linhas pautadas pelo regramento imposto por escolas na transmissão de um conteúdo.

Silva, Sales e Castro, (2019) trazem uma perspectiva sobre os ganhos de aprendizagem em alunos do Ensino Médio, adquiridos pelo processo chamado de gamificação, que é a aplicação de estratégias e designers de jogos nas atividades propostas para aumentar o interesse de seus participantes em determinado objeto, sem focar na jogabilidade. Por outro lado, nem todas as escolas dispõem de estrutura adequada para tal aplicação.

Ferreira e Carvalho, 2004, traz um relato do uso de jogos no ensino da Física em diferentes realidades do Ensino Médio, abordando o conceito de professor reflexivo e indicando quais aspectos da avaliação formativa poderiam ser aplicados os jogos. Em Duarte (2009), dentro da perspectiva piagetiana, é ressaltado que os jogos educacionais auxiliam no desenvolvimento cognitivo, podendo ter caráter extensor do que foi aprendido ou de consolidação, caracterizando como uma atividade baseada no prazer do objetivo alcançado.

Acreditamos que, devido às limitações de tempo e espaço nas escolas e nas aulas de Física ou de Ciências, os jogos educacionais requerem, também, uma preparação didática voltada ao reconhecimento do assunto e sua contextualização nas práticas necessárias ao andamento do jogo, ou seja, o discente precisa identificar na proposta da ação e que ela faz parte do ensino do conteúdo abordado. Isso auxilia e reforça a ideia da diferença entre jogo e jogo educacional nos discentes que, por consequência, alavanca um maior comprometimento e disposição na concretização dos objetivos do jogo, ao passo em que o aprendizado está ocorrendo, aperfeiçoando seus conhecimentos e testando suas habilidades.

Um professor deve estar ciente que as vivências da turma, suas necessidades e características são condições importantes para a escolha de um específico jogo e sua inserção no espaço educacional, pois podem estar direcionadas à melhoria da coordenação motora, desenvolvimento da organização mental, da atenção e da concentração e raciocínio lógico, da montagem de estratégias e criatividade (HUIZINGA, 2019). Todas elas aplicadas a determinada habilidade que é proporcionada pela identificação do jogo em sua proposta.

Desenvolver um jogo que contribua diretamente ao aprendizado, muitas vezes estagnado devido a uma situação adversa inerente ao ambiente escolar, é uma forma de poder contribuir de forma pontual sobre a situação da disponibilização de jogos educativos especializados e direcionados ao ensino das ciências exatas com diferentes enfoques. E como uma nova proposta, este trabalho apresenta o Caça-Equação-Física como um jogo educacional de escrita. Ele foi objeto de uma dissertação de mestrado (DE MATOS, 2021) defendida no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), no polo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), na cidade de Mossoró, no Rio Grande do Norte.

IV. O CONCEITO DO CAÇA-EQUAÇÃO-FÍSICA

Sistematicamente, o jogo Caça-Equação-Física consiste na distribuição aleatória de grandezas físicas e símbolos matemáticos dentro de uma área limitada, com o objetivo de montar uma sequência ordenada de caracteres que formem uma equação do conteúdo estudado. As soluções podem ser encontradas na vertical, horizontal ou até mesmo na transversal, em todos os sentidos e ordenamentos das parcelas em uma situação matematicamente possível. Pode ser aplicado aos alunos dos anos finais do Ensino Fundamental, Médio e Superior. É um jogo educacional direcionado à complementação de estudos, seja de forma individualizada ou coletiva e seu uso estimula, principalmente, à memória e o ordenamento lógico das equações que, por muitas vezes, é o grande desafio nas disciplinas de exatas, trabalhando, assim, a

descentralização visual em que as equações são escritas, fortalecendo aprendizados. Este jogo pode ser produzido à mão livre ou em *softwares* de escrita, com custos direcionados somente a impressão do arquivo, tornando-o uma saída de baixo custo.

O Caça-Equação-Física é composto, principalmente, por uma tabela de grandezas, que é uma região em que é realizado o jogo em si, sendo composto por uma tabela M×N, ou seja, M colunas por N linhas, somente com as bordas externas, sem bordas internas, em que suas células abrigam os caracteres do jogo, que são representações para as grandezas físicas ou símbolos matemáticos. A equação $\Delta S = S_f - S_0$ (1) tem cinco caracteres: três grandezas (ΔS, S_f, S_0) e dois símbolos matemáticos ($=$, $-$). Como exemplo simples, a Fig. *1* traz a tabela de grandezas de um Caça-Equação-Física, de nível mais baixo, com noções básicas sobre velocidade média, com três equações-solução em que o leitor poderá resolver este exemplo e conferir a solução no final deste trabalho.

t_f	Δt	Δt	$=$	t_f	$-$	t_0
ΔS	$\div$	S_f	$-$	v_m	ΔS	$-$
$=$	v_m	ΔS	Δt	t_f	$=$	S_f
S_f	$=$	$\div$	$=$	S_0	Δt	S_0
v_m	ΔS	t_0	t_f	S_f	t_0	S_f
t_0	$\div$	S_0	$\div$	v_m	$-$	$\div$
S_0	Δt	$=$	t_0	v_m	t_f	S_0

Fig. 1 – Exemplo de tabela de grandezas do Caça-Equação-Física, com dimensões 7×7 e três equações-solução

O exemplo da Fig. *1* pode ter suas dimensões aumentadas, realizar modificações em suas sequências e adicionar novas equações à medida que o estudo da Cinemática for avançando. É possível introduzir e/ou mesclar de forma controlada novos conteúdos. Ficará a critério do professor e das necessidades observadas em sua análise.

Os pontos positivos do Caça-Equação-Física estão relacionados à própria confecção do jogo, que não necessita de grandes estruturas ou de materiais caros e de difícil acesso; à versatilidade das soluções, pois, tanto o quantitativo de soluções como a sequências equacionadas podem ser alterados livremente dependendo dos critérios adotados como motivadores do uso do jogo educacional; à possibilidade de reaplicação, deixando o jogo sempre com novas metas e desafios; às regras de fácil compreensão; ao local de aplicação, podendo ser utilizado em sala de aula como uma dinâmica ou como uma atividade extraclasse individual.

É esperado que durante o jogo, ao encontrar cada solução separadamente, o pensamento crítico e reflexivo dos estudantes sobre a montagem das equações e sua validação possa ser desenvolvido, ativando o processo de memorização, o que contribui diretamente para desmistificar o difícil aprendizado quando o conteúdo vier atrelado ao uso de equações. Em cada tentativa por parte do estudante-jogador, há um exercício mental na estruturação das equações e da sua validação mental para confirmar ou refutar a formação de uma solução, como esperado pelos processos de assimilação e acomodação, segundo a teoria da aprendizagem piagetiana (GOMES, BELLINI, 2009).

Anterior a aplicação deste jogo educacional, os estudantes precisam ter conhecimento sobre os conceitos físicos existentes nesta atividade. É uma condição importante, uma vez que o Caça-Equação-Física é direcionado para confirmação de aprendizados ou para retomadas de conteúdo.

V. CRIAÇÃO DO CAÇA-EQUAÇÃO-FÍSICA

Para a construção de uma tabela de grandezas de um Caça-Equação-Física é indicado seguir algumas etapas para melhor desenvolver o jogo: delimitar o conteúdo que foi ministrado; fazer um levantamento das equações envolvidas contabilizando todos os caracteres; determinar as dimensões do quadro; distribuir as equações-soluções aleatoriamente e preencher as células restantes uniformemente.

É sugerido que haja três equações soluções, com cinco caracteres, para cada quadro com dimensões de 7×7. Quanto maior for as dimensões, maior será a dificuldade. As equações podem estar entrelaçadas, ou não, e em diferentes disposições. Usando um *software* de edição de texto, a confecção do jogo é mais rápida e prática.

Para uma aplicação em sala de aula, usando os aspectos diferenciados que poderiam ser levantados pelo jogo, foram produzidos quatro Caça-Equações-Física, com as soluções baseadas nas equações da Tabela 1, em níveis crescentes de dimensões e de dificuldades de conteúdo, chamados de Níveis A1, A2, A3 e A4 com as especificações descritas naTabela 2. Esta organização favorece a adaptação e dá tempo de aquisição de novos conceitos, além do acompanhamento crescente, tanto pelo discente quanto pelo professor.

Tabela 2 – Características dos Caça-Equações-Física produzidos para aplicação

Nível	Dimensões	Soluções	Conteúdo relacionados
A1	7×7	3	Velocidade média
A2	9×9	5	Velocidade média, Aceleração média;
A3	11×13	8	Velocidade média, Aceleração média; Funções horárias do espaço e da velocidade na horizontal;
A4	15×17	12	Velocidade média, Aceleração média; Funções horárias do espaço e da velocidade na horizontal e vertical;

Ao construir um Caça-Equação-Físico, o professor deverá: escolher primeiramente as equações que farão parte da solução; verificar a disponibilidade do tamanho da tabela de grandezas; montar geometricamente a tabela de grandezas; escrever nas posições, as equações-solução; e preencher o restante dos sítios vazios com os caracteres que fazem parte da equação-solução, de forma aleatória e na mesma proporção por caractere. Em um exemplo prático, seguindo a Tabela 2, para construção do Nível A1, com 49 sítios e três soluções, dadas pelas equações (1), (2) e (3) da Tabela 1, em que cada equação tem 5 caracteres por equação, resultando em 10 caracteres diferentes – não são contabilizados os caracteres repetidos – assim, em média, cada caractere deverá estar em cinco sítios distribuídos aleatoriamente. Este procedimento deve ser repetido para qualquer tabela de grandeza de um Caça-Equação-Física para tentar garantir a dificuldade aceitável pela proposta da ação em jogar.

A Fig. **2** mostra o Nível A2 pronto para impressão e aplicação em sala de aula, a lembrar que o professor ou o proponente do jogo pode adaptar às suas preferências, a estética que desejar. O Nível A1 tem o mesmo formato, porém, com a tabela de grandezas dada pela Fig. *1* e os níveis seguintes seguem a mesma linha. Os arquivos foram produzidos usando um *software* de edição gráfica, com os níveis organizados para dar uma identificação visual de jogo educacional de escrita e com objetivos claros a serem cumpridos. Eles possuem uma curta descrição do conteúdo, uma tabela de grandezas, as informações de apoio que dão o número correto de caracteres de cada equação-solução e a sua descrição suscinta, uma legenda auxiliar e uma tabela de pontuação que, além de indicar o avanço do jogador, dá o número de equações-solução a ser encontrado.

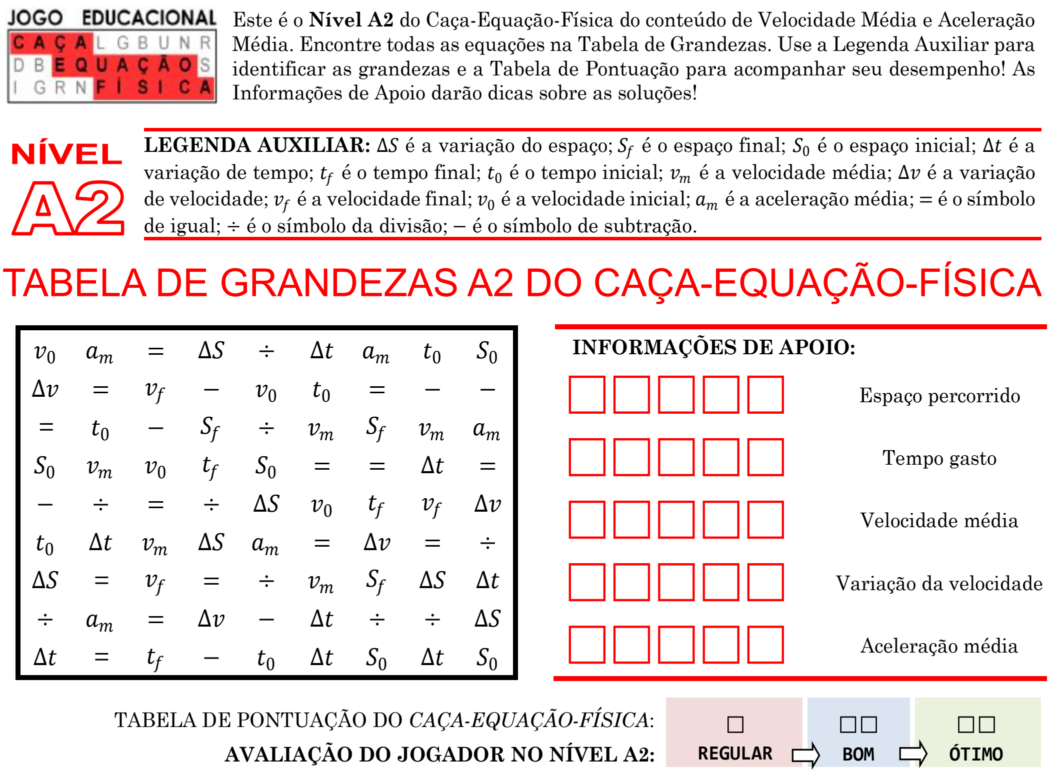


Fig. 2 – Aspectos visuais do Nível A2 do Caça-Equação-Física

O professor criador do Caça-Equação-Física poderá suprimir as informações de apoio quando for permitida a identificação livre das equações sem dicas, porém é importante evitar fazê-lo nas primeiras tabelas, enquanto o jogador se habitua ao jogo. Apesar de todo jogo ter a figura do vencedor ou de um objetivo a ser completado, é importante ressaltar que a avaliação do jogador não está relacionada exclusivamente com o desempenho no jogo. A aprendizagem do aluno-jogador é um quesito que necessita de maior aprofundamento, podendo ser verificada através de conversas pós-aplicação do Caça-Equação-Física. O jogador tem a finalidade exclusiva de vencer um jogo, enquanto um aluno-jogador busca por meios lúdicos consolidar aprendizados durante o jogo.

Os quatro níveis descritos na Tabela *2* foram repassados como atividades impressas com tempo de resolução limitado. As respostas poderiam ser marcadas com pincel, lápis ou caneta, destacando-as entre os caracteres. Finalizado o tempo de aplicação do jogo, o professor e os alunos precisam discutir sobre quais estratégias foram utilizadas na resolução do Caça-Equação-Física, apontando as equações que foram mais fáceis de localizar e as que não foram solucionadas e, finalmente, corrigir as soluções erroneamente montadas. Estas ações podem diagnosticar possíveis dificuldades de compreensão da Cinemática, bem como fortalecer as significâncias fortalecidas no estudo prévio, além de apontar conflitos matemáticos na organização de parcelas. Esses são aspectos importantes para consolidação de saberes introdutórios na Mecânica Clássica.

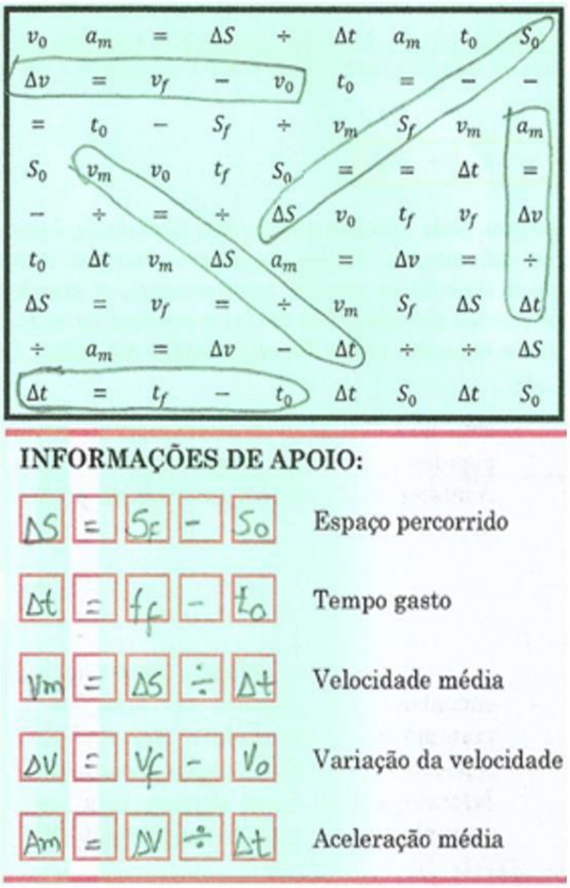
VI. APLICAÇÃO DO CAÇA-EQUAÇÃO-FÍSICA

Os Caça-Equações-Física descritos na Tabela 2 foram utilizados para retomar o conteúdo da Cinemática em 16 alunos do 2º ano do Ensino Médio, da Escola Estadual Manuel Matoso Filho, na cidade de Russas, no Ceará, iniciando a aplicação no dia 26 de outubro de 2020, com devolução em 6 de novembro, em uma época as escolas estavam com aulas virtuais, devido ao distanciamento físico pela pandemia ocasionada pelo Covid-19, iniciada naquele ano. Cada aluno recebeu de forma impressa uma cópia das instruções e do Caça-Equação-Física. Eles deveriam responder o material dentro do tempo estipulado para devolução. A Fig. *3* mostra alguns registros destes alunos resolvendo o jogo.



Fig. 3 – Registros de alunos resolvendo o Caça-Equação-Física

No contexto geral, o Caça-Equação-Física foi bem aceito como atividade. Todos os alunos participantes puderam experienciar as ações propostas pelo jogo. Isso foi verificado pelo preenchimento de todas as tabelas de grandezas e das informações importantes, exceto por dois alunos que, mesmo jogando os três primeiros níveis, deixaram somente o Nível A4 em branco. A Fig. *4* mostra as soluções corretas do Caça-Equação-Física do Nível A2, apontada por um discente.



v_0	a_m	=	ΔS	÷	Δt	a_m	t_0	S_0
Δv	=	v_f	−	v_0	t_0	=	−	−
=	t_0	−	S_f	÷	v_m	S_f	v_m	a_m
S_0	v_m	v_0	t_f	S_0	=	=	Δt	=
−	÷	=	÷	ΔS	v_0	t_f	v_f	Δv
t_0	Δt	v_m	ΔS	a_m	=	Δv	=	÷
ΔS	=	v_f	=	÷	v_m	S_f	ΔS	Δt
÷	a_m	=	Δv	−	Δt	÷	÷	ΔS
Δt	=	t_f	−	t_0	Δt	S_0	Δt	S_0

INFORMAÇÕES DE APOIO:

ΔS = Sf − So Espaço percorrido

Δt = tf − to Tempo gasto

Vm = ΔS ÷ Δt Velocidade média

ΔV = Vf − Vo Variação da velocidade

Am = ΔV ÷ Δt Aceleração média

Fig. 4 – Soluções do Nível A2 de um discente

Foi observado alguns erros conceituais através das equações indicadas como solução por alguns discentes. Um exemplo pode ser visto na Fig. *5*, que traz dois recortes de tabelas de grandezas e suas informações de

apoio correspondentes do Nível A2 que abordaram a definição de aceleração média ($a_m = \Delta v \div \Delta t$). Essas respostas equivocadas reforçam a necessidade de uma atenção maior em tópicos que podem ser resolvidos, por exemplo, pela análise dimensional.

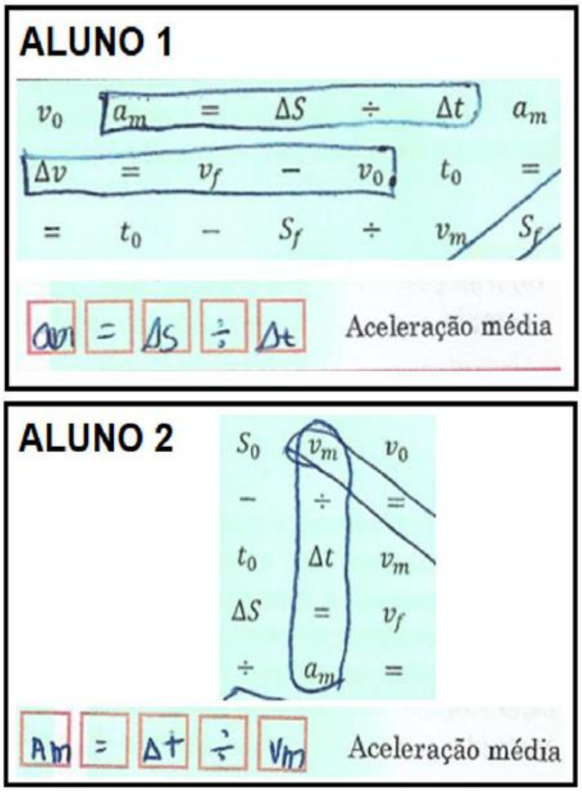


Fig. 5 – Soluções com erros gráficos de dois alunos

Para avaliar se os discentes do segundo ano poderiam ir além das informações de apoio, ou seja, projetar soluções sem a necessidade de indicações ou referências, foi preparado o Nível A4 com sua tabela de grandezas com 12 soluções e 10 informações de apoio. Dos 14 alunos que responderam esse nível, 4 alunos apontaram mais soluções que as indicadas pelas informações de apoio, 3 alunos trouxeram a mesma quantidade e, por fim, 7 alunos indicaram menos de 10 soluções. Nesta perspectiva, 28% dos alunos conseguiram observar além das indicações e reconhecer expressões usadas na Cinemática. É uma indicação de que há uma quantidade maior de conteúdo absorvidos nestes discentes.

Para avaliar quantitativamente, foram contabilizadas as *soluções corretas*: àquelas que estão inteiramente correspondentes com a equação-solução; *erradas*: neste caso há uma divergência gráfica de qualquer nível entre a solução marcada e a correta; ou *ausentes*: que é a falta de apontamento da solução pelo discente. A Fig. *6* mostra a evolução do desempenho da turma ao avançar pelos níveis do Caça-Equação-Física em relação aos acertos, erros e as ausências da tabela de grandezas, na Fig. ***6***(a), e das informações importantes, na Fig. ***6***(b). Essas avaliações em conjunto podem traçar linhas mais claras sobre o aprendizado vinculado ao desempenho no jogo.

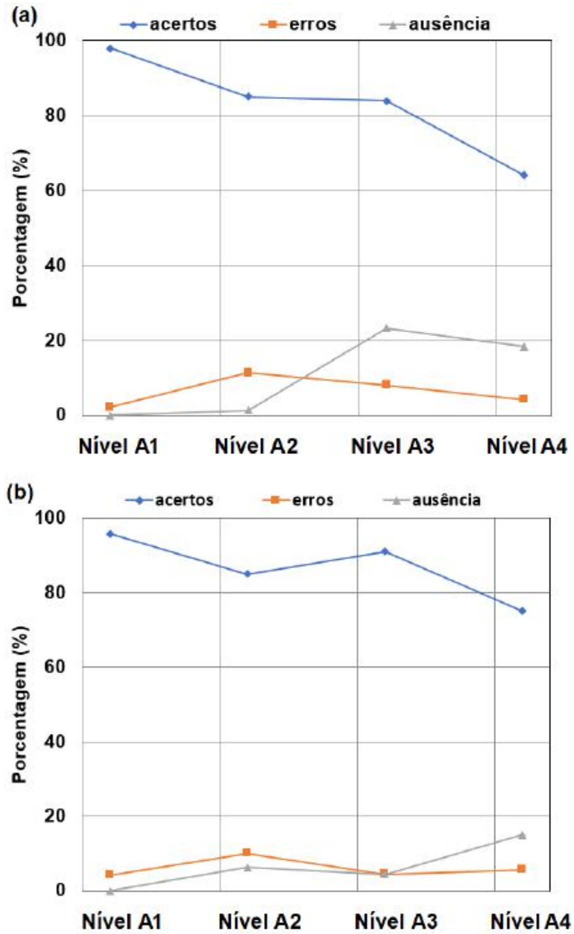


Fig. 6 – Análise quantitativa das respostas do Caça-Equação-Física dos discentes: (a) tabela de grandezas e (b) informações de apoio

Os resultados da Fig. *6*(a) têm demonstrado que o aumento da dimensão da tabela de grandezas e do número de equações soluções exigem maior engajamento nas propostas de solução e, por tal, há uma queda no quantitativo de acertos ao longo dos níveis. As informações de apoio dão maior concordância e conferência às soluções apontadas na tabela de grandezas, pois os quantitativos de acertos e erros da Fig. *6*(b) não apresentaram grandes discrepâncias com os valores da Fig. *6*(a), em um mesmo nível, sendo a diferença complementada pelo número de ausências, ou seja, os discentes tinham maior ciência do que buscar, apesar de não encontrarem todas as equações no jogo, reforçando a existência de certo grau de aprendizagem sobre o conteúdo da Cinemática, fato esperado para os alunos que já conheciam o conteúdo proposto.

As conversas após a aplicação do jogo indicaram que foi possível ativar a memória latente sobre o conteúdo físico ao buscar as equações nas tabelas de grandezas. As estratégias usadas foram as mais diversas, revelando que o jogo pode ter vertentes de aprendizados adaptáveis ao jogador. Os discentes se mostraram motivados para manter-se jogando ao longo dos níveis, segundo eles, devido ao próprio formato do Caça-Equação-Física, que propõe encontrar equações que estão disponíveis visivelmente, porém sem indicação direta. Alguns alunos com dificuldades buscaram na literatura disponível informações para montar suas soluções, tornando o jogo um motivador da complementação dos estudos, aumentando o interesse pela temática e reforçando o caráter autônomo.

Alguns dos erros, possivelmente, tenham sido cometidos pela falta de atenção durante o jogo. Como os níveis seguintes são formados por algumas soluções anteriores, o professor tem a possibilidade de verificar confusões na grafia das equações, como mostra a Fig. *7*, geralmente, ocorrendo de forma isolada que, por outro lado, não indicam necessariamente alguma falta de conhecimento.

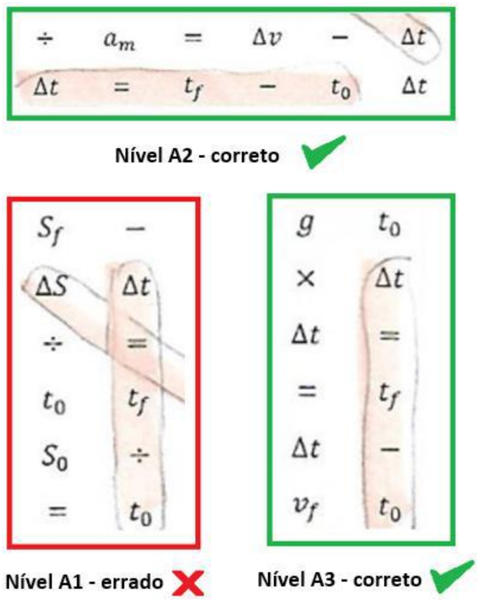


Fig. 7 – Comparação entre uma mesma resposta em três níveis

Nesta Fig. *7* é mostrada recortes da solução de um mesmo discente para a variação temporal, $\Delta t = t_f - t_0$, de três níveis do Caça-Equação-Física e no nível 1 em uma delas (Nível A1), a solução está graficamente errada. Este equívoco não é cometido nos níveis seguintes. Neste caso, esse erro, possivelmente, esteja associado à atenção.

VII. CONCLUSÃO

Foi apresentado um jogo educacional na forma de um Caça-Equação-Física, que pode ser usado na complementação das aulas de Ciências ou de Física, em todos os níveis educacionais, para realçar a importância das equações no aprendizado. Ele é de fácil confecção e pode ser aplicado em conteúdos diversos. Acredita-se que, pelo desafio de encontrar todas as soluções, o discente sinta-se motivado, ao passo que exercita o ordenamento lógico e a escrita na montagem das equações, das posições das grandezas físicas e como elas se relacionam. O professor poderá verificar as habilidades que os discentes podem apresentar na montagem mental das equações e como elas podem ser arranjadas, saindo do mecanismo tradicional em que ela é escrita, melhorando a percepção sobre elas. A seguir a solução da tabela de grandezas da Fig. *1*.

t_f	Δt	Δt	$=$	t_f	$-$	t_0
ΔS	$\div$	S_f	$-$	v_m	ΔS	$-$
$=$	v_m	ΔS	Δt	t_f	$=$	S_f
S_f	$=$	$\div$	$=$	S_0	Δt	S_0
v_m	ΔS	t_0	t_f	S_f	t_0	S_f
t_0	$\div$	S_0	$\div$	v_m	$-$	$\div$
S_0	Δt	$=$	t_0	v_m	t_f	S_0

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a UFERSA pelo apoio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS

[1] Behrend, D. M., da Silva Cousin, C., & do Carmo Galiazzi, M. (2018). Base Nacional Comum Curricular: O que se mostra de referência à educação ambiental? *Ambiente & Educação*, *23*(2), 74-89.

[2] Cavalcante, A. C. P., da Silva, A. G., & da Silva, M. J. R. (2014). Dinamicas e jogos educativos como ferramenta para a preservação dos recursos ambientais. *Revista Monografias Ambientais*, *13*(2), 3049-3054.

[3] de Oliveira Cavalcante, W., Novais, A. D. L. F., & Ferreira, F. C. L. (2019). Abordagem lúdica das questões de física: história em quadrinhos sobre cinemática. *Scientia Plena*, *15*(7).

[4] DE MATOS, M. A. R. Aplicação do jogo educacional Caça-Equação-Física. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ensino de Física – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, p. 83. 2021.

[5] DUARTE, J. A. O jogo e a criança, Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Educação João de Deus, Lisboa, 2009.

[6] Estevão, E. J. D. O. (2021). Dificuldades na aprendizagem e ensino de álgebra: atividades propostas para minimizar essas dificuldades.

[7] Ferreira, M. C., & Carvalho, L. M. O. D. (2004). A evolução dos jogos de Física, a avaliação formativa e a prática reflexiva do professor. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *26*, 57-61.

[8] Gomes, L. C., & Bellini, L. M. (2009). Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *31*, 2301-1.

[9] Hilario, C., Sabe, E., Albano, I., & Passos, M. (2021). Pensamento algébrico na aprendizagem de equações do 1º grau. *REVEMAT: Revista Eletrônica de matemática*, *16*, 1-18.

[10] HUIZINGA, J. Homo ludens: o jogo como elemento da cultura. Tradução: João Paulo Monteiro. 9ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2019.

[11] Moreira, M. A. (2021). Desafios no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *43*.

[12] Moreira, M. A. (2018). Uma análise crítica do ensino de Física. *Estudos avançados*, *32*, 73-80.

[13] Nicolete, P. C., dos Santos, A. C., Tarouco, L. M. R., & da Silva, M. A. M. (2021). Teoria dos campos conceituais como instrumento para o planejamento e construção de recursos tecnológicos para o ensino de ciências. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 2575-2592.

[14] Pacheco, M. B., & Andreis, G. D. S. L. (2018). Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. *Revista Principia, João Pessoa*, *38*, 105-119.

[15] Pereira, A. C., & da Costa Pinheiro, A. R. (2020). Uma didática experimental no processo de ensino e aprendizagem de cinemática no 1° ano do ensino médio. *REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, *8*(2), 272-289.

[16] Pereira, R. D., & Fantecele, L. A. (2019). A utilização do futebol americano como instrumento auxiliar no ensino de cinemática. *Kiri-Kerê-Pesquisa em Ensino*, (6).

[17] Rabone Junior, J. M. *Ensino-aprendizagem baseado em jogos no contexto da educação profissional* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

[18] Schroeder, C. (2007). A importância da física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *29*, 89-94.

[19] Silva, J. B. D., Sales, G. L., & Castro, J. B. D. (2019). Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *41*.

[20] Simonetti, D., & Moretti, M. T. (2021). Base nacional comum curricular do ensino médio e registros de representação semiótica. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, *11*(1), 99-117.

[21] Sismanoglu, B. N., de Barros Aragão, E. C. B., Hoyer, Y. D. U., & Sismanoglu, B. B. (2021). Laboratorio virtual de cinemática e dinámica nos tiempos de pandemia. *Latin-American Journal of Physics Education*, *15*(2), 5.